

# **PMRE - Project Management & Requirements Engineering**

## **Zusammenfassung**

Maurin D. Thalmann

27. Juni 2019

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Project Management - MTW in der Projektabwicklung</b>   | <b>2</b>  |
| 1.1      | Projektarbeit & -Abwicklung . . . . .                      | 2         |
| 1.1.1    | Aufgaben des Projektmanagement . . . . .                   | 2         |
| 1.1.2    | Aufgaben der Sytemgestaltung . . . . .                     | 2         |
| 1.2      | Projektmanagement . . . . .                                | 3         |
| 1.2.1    | Projektmethoden . . . . .                                  | 3         |
| 1.2.2    | Grundlegende Denkansätze bei Projektmethoden . . . . .     | 4         |
| 1.3      | Systemgestaltung . . . . .                                 | 5         |
| 1.3.1    | Systemdenken . . . . .                                     | 5         |
| 1.3.2    | Systemmerkmale und -Struktur . . . . .                     | 5         |
| 1.3.3    | Darstellungsarten . . . . .                                | 6         |
| 1.3.4    | Denkansätze und Betrachtungsweisen . . . . .               | 6         |
| 1.3.5    | Systemtypen . . . . .                                      | 6         |
| 1.3.6    | Anwendung des Systemdenkens im Projektmanagement . . . . . | 6         |
| 1.3.7    | Dynamik von Systemen . . . . .                             | 7         |
| 1.3.8    | SE-Vorgehensmodell . . . . .                               | 8         |
| 1.3.9    | Problemlösungszyklus - PLZ . . . . .                       | 9         |
| 1.4      | Erfolgsmuster in der Projektarbeit . . . . .               | 11        |
| <b>2</b> | <b>Project Management - Projekt in Gang setzen</b>         | <b>12</b> |
| 2.1      | Projekt präparieren . . . . .                              | 12        |
| 2.2      | Zielbegriff . . . . .                                      | 12        |
| 2.3      | Anforderungsbegriff . . . . .                              | 12        |
| 2.4      | Ziel-Mittel-Denken . . . . .                               | 13        |
| 2.5      | Zielrelationen (-Matrix) . . . . .                         | 14        |
| 2.6      | Zielgewichtung . . . . .                                   | 14        |
| 2.6.1    | Paarvergleich . . . . .                                    | 14        |
| 2.6.2    | Präferenzmatrix . . . . .                                  | 14        |
| 2.6.3    | Analytical Hierarchy Process (AHP) . . . . .               | 15        |
| 2.6.4    | Lieferobjekte aus „Projekt präparieren“ . . . . .          | 15        |
| 2.7      | Projekt planen (Planungsprozess) . . . . .                 | 15        |
| 2.7.1    | Meilenstein- / Phasenplanung . . . . .                     | 15        |
| 2.7.2    | Projektstrukturplanung (PSP) . . . . .                     | 16        |
| 2.7.3    | Ablaufplanung . . . . .                                    | 17        |
| <b>3</b> | <b>Requirements Engineering</b>                            | <b>20</b> |
| 3.1      | title . . . . .  | 20        |

# 1 Project Management - MTW in der Projektabwicklung

## 1.1 Projektarbeit & -Abwicklung

**Systemgestaltung** Ein System um- oder neugestalten, um ein erkanntes Problem (unbefriedigenden Zustand) zu lösen

**Problemlösungsprozess (makro)** Problemlösungsvorgehen anwenden, welches durch Projektorganisation und prozessuelles Vorgehen (Phasenplan) strukturiert wird

**Projektmanagement** Projektleitung dirigiert Problemlösungsprozess nach vorgegebener Art und Weise, um Erfolg des Vorhabens sicherzustellen

**Problemlösungszyklus (mikro)** Projektteam wendet im Laufe der Problemlösung Methoden, Techniken, Werkzeuge an, um ein optimales Zielsystem zu gestalten

**Projekt** Ein Projekt beinhaltet alle Tätigkeiten, um einen IST-Zustand (Problem) in einen Soll-Zustand (Lösung) zu überführen

**Projektabwicklung** Projektabwicklung legt den Fokus auf die Art und Weise der Abwicklung eines Projekts, um ein vereinbartes Projektziel zu erreichen. Meist wird eine vorgegebene Art und Weise des Vorgehens für die konkrete Abwicklung genutzt (Projektmethode a.k.a. Vorgehensmodell oder Vorgehensmethode).

### Unterscheidung Projektmanagement vs. Systemgestaltung

**Projektmanagement** Fokus auf das Management des Problemlösungsprozesses, die Planung und Disposition der Ressourcen, die Organisation der Informationsflüsse, der Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozesse etc.

**Systemgestaltung** auch System Engineering; Fokus auf die Problemlösung im eigentlichen Sinne, die effektive Um- oder Neugestaltung eines Systems

#### 1.1.1 Aufgaben des Projektmanagement

Projektmanagement als Sammelbegriff für alle planenden, überwachenden, koordinierenden und steuernden Tätigkeiten, welche zur erfolgreichen Durchführung der Systemgestaltung notwendig sind. Das Vorgehen zur Erreichung der Lösung steht im Vordergrund (nicht das System an sich). Projektmanagement lässt sich in folgende Dimensionen gliedern:

**Funktionale Dimension** Alle Aufgaben der Inangsetzung, Inanghaltung und dem Abschluss eines Projekts

**Institutionale Dimension** alle Aufgaben, um formale Organisations- und Entscheidungseinheiten zu schaffen, welche im Projekt etabliert werden (Projektteams, Gremien und Rollen)

**Instrumentale Dimension** Alle Aufgaben der Definition, Einführung und Unterhalt von Methoden und Werkzeugen zur zeitlichen, kapazitiven, qualitativen und kostenbezogenen Planung, Überwachung und Steuerung eines Projekts

**Personelle Dimension** Alle personenbezogenen Komponenten in einem Projekt, Wahl von Mitarbeitenden, Zusammenarbeit, Kommunikation, Konfliktbewältigung etc.

**Psychologische Dimension** Alle personenbezogenen Aspekte eines Projekt, bezogen auf Akzeptanz der Ziele, Vorgehensweisen, Verhaltensmuster, Sinnhaftigkeit des Vorhabens durch Mitarbeiter.

#### 1.1.2 Aufgaben der Sytemgestaltung

Bei Systemgestaltung steht die eigentliche Problemlösung / Lösungsfindung im Vordergrund. Somit das eigentliche Problem selbst, gedanklicher Lösungsansatz, Abgrenzung zur Umwelt, Anforderungen, die Lösung im engeren inhaltlichen Sinne, Aspekte des Entwurfs, der Architektur des Aufbaus der Lösung, die detaillierte Ausgestaltung etc.

**Gesamtheitliche Sicht auf die Projektabwicklung** Die beiden Makroprozesse des Projektmanagement und der Systemgestaltung ergeben eine gesamtheitliche Sicht auf die Abwicklung von Projekten:

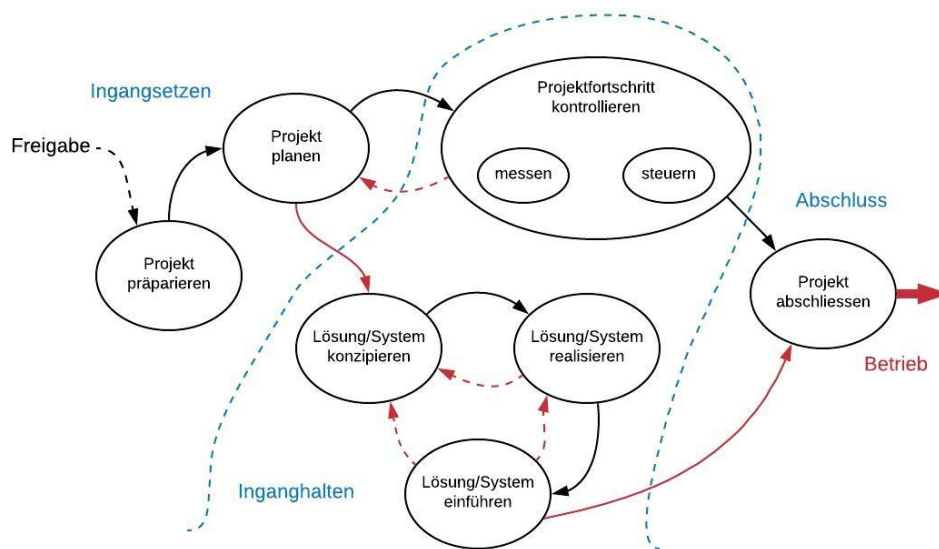


Abbildung 1: Gesamtheitliche Sicht auf Mikroprozesse der Projektabwicklung

**Business Case** Neuere Denkmodelle beinhalten ebenfalls die Betriebsphase in den Projektüberlegungen. Der effektive Erfolg eines Projekts manifestiert sich erst in langjähriger Anwendung des erhaltenen Systems, der Erfolg eines Projekts kann also erst in der Betriebsphase wirklich überprüft werden. In einigen Projektmethoden wird der Erstellung und ständiger Überprüfung des Business Case hohes Gewicht zugesprochen. Der **Business Case** ist die unternehmerische Rechtfertigung eines Projekts.

**Phasenkonzept & Meilensteine** Ein Projekt wird wesentlich in Phasen unterteilt, um die Gesamtaufgabe in sinnvolle, besser überschaubare Teile zu gliedern.

*Projektphase:* zeitlicher Abschnitt eines Projektablaufs, sachlich von anderen Abschnitten getrennt.

*Meilenstein:* beschreibt Zustand einer Leistung, eines oder mehrere entscheidende Lieferobjekte, die in definierter Qualität bis zu einem bestimmten Zeitpunkt mit entsprechenden Kosten erstellt werden müssen.

Phasen bilden die Schnittstelle zwischen Projektmanagement und Systemgestaltung. Sie erlauben offizielle „Marschhalte“ in der Projektabwicklung. Meilensteine trennen die einzelnen Schritte der Makroprozesse, können aber auch in einzelnen Projektschritten angewendet werden.

## 1.2 Projektmanagement

### 1.2.1 Projektmethoden

Eine Projektmethode ist ein auf einem Regelsystem aufbauendes Verfahren zur Erlangung praktischer Ergebnisse. Sie beinhaltet somit auch Themen der Aufbauorganisation, von Rechten und Pflichten (AVK - Aufgaben, Verantwortung und Kompetenzen), von normativen Vorgaben, von funktionalen, institutionellen, instrumentellen und personellen Aspekten. Sie definiert sich in einem kasualen / prozessualen Modell (bspw. Vorgehensmodell) und zusätzlichen Beschreibungen (Rollen, Organisation, Verantwortlichkeiten, Standards etc.) Sie können wiederverwendet werden und dienen als Orientierungshilfen für andere Personen mit ähnlichen Problemen / Projekten.

**Herausforderung / Nutzen** Die Herausforderung ist, für ein bestimmtes Projekt die geeignetste Projektmethode zu eruiieren und korrekt anzuwenden. Eine korrekte Projektmethode hilft dabei...

- ... Qualität, Termin- und Kostentreue zu verbessern / einzuhalten
- ... Abwicklungseffizienz von Projekten zu verbessern
- ... unterstützt Beteiligte in Projekten bei der Führung und Durchführung
- ... unterstützt Projektleitung durch Einsatz standardisierter Werkzeuge
- ... Kommunikation innerhalb Projektteam / Unternehmen / externer Stakeholder zu verbessern
- ... gewonnenes Know-How (best practices) wieder anzuwenden, somit von anderen zu profitieren
- ... Projekte untereinander besser zu koordinieren (Priorisierung) und aufeinander abzustimmen (Ressourceneinsatz)
- Abhängigkeiten zu Personen & Firmen zu reduzieren

**Typisierung von Projektmethoden** Da in einem Projekt überlicherweise ein Produkt / System realisiert wird, sollte man die Typisierung aufgrund von Produkteigenschaften vorzunehmen. Es sind bereits folgende Methoden bekannt:

- Traditionelle Methode - Wasserfall (sequentielle Methoden, plan-driven)
- Agile Methode - Scrum (inkrementelle methoden, event-driven)
- Hybride Methoden - SoDa (Software Development agile)

### 1.2.2 Grundlegende Denkansätze bei Projektmethoden

#### Konstruktivistischer (sequenzieller) Ansatz

- Vollständiges Produkt wird in einem Durchlauf zu 100% Umfang (nach Zielen und Anforderungen) realisiert und am Ende des Entwicklungszyklus zur Einführung oder zum Kauf freigegeben
- Ziel / Zielgrösse wird nach deren Festlegung nicht mehr verändert
- Alles zu 100%: Einführung als Big Bang oder parallel zu altem System
- Typischer Ansatz für monolithische Systeme (bspw. Bauwerk (Tunnel), neue SW-Lösung etc.)

#### Inkrementeller Ansatz

- Eigenständiger Teil des Gesamtprodukts vollständig fertigstellen und freigeben, weitere eigenständige Teile werden parallel / verzögert oder anschliessend fertiggestellt und freigegeben
- 1. Teil zu 100% fertiggestellt, ein 2. Teil ebenfalls zu 100%, n-ter Teil ebenfalls etc.
- Ziel/Ziele (Zielgrösse) werden nach Festlegung nicht mehr verändert
- Typischer Ansatz für modulare Systeme wie Standard-SW mit versch. Modulen, welche unabhängig voneinander realisiert & eingeführt werden können

#### Evolutionärer Ansatz

- Ganzes Produkt wird initial auf einem tiefen Funktions- / Qualitätslevel fertiggestellt und freigegeben, in weiterer Entwicklungsstufe wird das Produkt funktional / qualitativ weiterentwickelt
- Pro Stufe/Release immer grösserer Funktionsumfang
- Ziel / Ziele (Zielgrösse) kann nach jedem Release verändert werden, muss aber nicht, und dies immer aufbauend auf dem bestehenden Release-Stand
- Typischer Ansatz bei unklaren Aufgabenstellungen

**Iterativ / Iterationen** *Inkrementell* und *evolutionär* sind iterative Ansätze, da sie die Phasen mehrmals durchlaufen.

**Auswahl an Vorgehensmodellen** PmBoK - Project Management Book of Knowledge, Hermes - der Eidgenosse, Prince 2, ISO 21500:2012, DIN 69901, Wasserfall, diverse V-Modell(e), Kanban, Scrum, DevOps, SAFe, (fast) Prototyping, eXtreme Programming (XP), Rational Unified Process (RUP), Lean Project Management, 6-Sigma, ICB (IPMA Competence Baselines), firmenspezifische Projektmanagement-Systeme (PMS), ITIL - IT Infrastructure Library (mehr als eine PM), CMMI - Capatibility Maturity Model Integration, System Engineering (SE, mehr als eine PM)

### 1.3 Systemgestaltung

Die Wissenschaft der Gestaltung von Systemen nennt sich System Engineering (SE). Dazu gibt es ein ganzes Buch, welches aber nicht zum Stoff gehört. Folgendes Denkmodell soll jedoch veranschaulichen, welche Kompetenzbereiche dem System Engineering angehören:

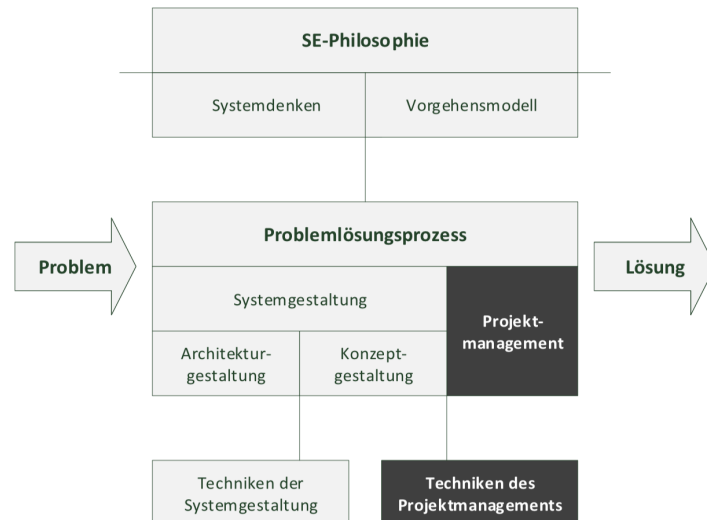


Abbildung 2: Denkmodell zum System Engineering

*Projektmanagement* in diesem Modell ist Teil des übergeordneten *Problemlösungsprozesses*; anderer Teil ist der gestalterische Aspekt der Projektarbeit (*Systemgestaltung*). Dies ist unterteilt in die Disziplinen *Architekturgestaltung* und *Konzeptgestaltung*. Architekturgestaltung enthält das grundlegende Lösungsprinzip, Konzeptgestaltung die konkrete & umsetzungsorientierte Ausarbeitung der Lösung. Folgt dem Denkansatz „Vom Groben zum Detail“.

Randbedingungen sind eine immer komplexere Welt (vernetzter und dynamischer), gekoppelt mit ungenügenden Informationen darüber.

#### 1.3.1 Systemdenken

Systemdenken wird definiert als eine Denkweise, die es ermöglicht, komplexe Erscheinungen (= Systeme) besser verstehen und gestalten zu können.

#### 1.3.2 Systemmerkmale und -Struktur

##### Elemente & Beziehungen

- **Systeme** bestehen aus **Elementen (Komponenten)**
- Elemente haben Eigenschaften und Funktionen
  - **Eigenschaften** können Attribute sein (Farbe, Material, Zustand etc.)
  - **Funktionen** geben Zweck eines Elements in konkretem Kontext wieder
- Elemente können als Systeme betrachtet werden, die man wiederum in Elemente gliedern kann
- Elemente sind untereinander durch **Beziehungen** verbunden. Beziehungen können gerichtet sein (wirkungsorientiert). Beziehungen können als Informationsflüsse, Materialflüsse, Lagebeziehungen etc. verstanden werden.
- Elemente können dynamisch sein (zu unterschiedlichen Zeitpunkten eine unterschiedliche Ausprägung haben). Solche dynamischen Systeme werden als komplex betrachtet.

**Ordnung** Elemente & Beziehungen stellen ein Gefüge / eine Einheit dar und weisen dadurch eine Ordnung auf. Die Ordnung wird als eine Struktur welche *hierarchisch*, *sternförmig* oder *any-to-many* (*Netzstruktur*) sein kann.

### 1.3.3 Darstellungsarten

Zur Darstellung von Systemen bieten sich folgende Arten an:

- Graphen / Knoten-Kanten-Diagramme, Elemente werden als Knoten (Kreise/Rechtecke), Beziehungen als Kanten (Pfeile, gerichtete/ungerichtete Beziehungen) dargestellt
- Graphen / CLD gemäss Stermann, einensich zur Darstellung der Dynamik von Systemen
- Matrizen, Elemente als Spalten/Zeilen, Beziehungen in jeweiligen Knotenpunkten markieren

### 1.3.4 Denkansätze und Betrachtungsweisen

**Blackbox** Innere Struktur eines Systems interessiert in der Betrachtung nicht, nur Inputs und Outputs. Hilfreich, um die Komplexität zu reduzieren.

**Whitebox** Innere Struktur (Zusammenhang Inputs/Outputs) ist für die Betrachtung von hoher Relevanz. Wenn das System bspw. weiter unterteilt oder simuliert werden soll.

**Greybox** Zwischenform der Detailierung, System ist grob und teilweise strukturiert.

**Aspekte** Systeme unter verschiedenen Gesichtspunkten analysieren. Je nach Nutzer interessiert jeden ein anderer Aspekt des gesamten Systems.

### 1.3.5 Systemtypen

**Einfaches System** Einfach zu verstehen und beschreiben. Typisiert sich, indem es nur wenige Elemente aufweist, welche durch wenige, nicht-dynamische Beziehungen verbunden sind. Einfache Systeme können in ihrer Gesamtheit explizit beschrieben werden.

**Kompliziertes System (massiv vernetzt)** Wenn Anzahl und Vielfalt von Komponenten & Beziehungen zunehmen, nennt man es ein massiv vernetztes kompliziertes System. Beziehungen sind jedoch immer noch nicht-dynamisch. Durch Systemgrösse wird es jedoch sehr schwierig, ein solches System explizit zu beschreiben.

→ Technische Systeme

**Kompliziertes System (dynamisch)** Beziehungen zwischen Elementen verändern sich über die Zeit, sowohl hinsichtlich der Art der Interaktion, Stärke und Struktur. Solche Systeme sind aufgrund dynamischer Beziehungen schwierig quantitativ zu beschreiben bzw. ihr Verhalten vorherzusagen.

→ Sozio-technische Systeme

→ Technische Systeme

**Komplexes System** Hohe Vielfalt und hohe Dynamik in den Beziehungen zeichnen ein komplexes System aus. Sind sehr schwer, wenn überhaupt, zu beschreiben.

### 1.3.6 Anwendung des Systemdenkens im Projektmanagement

SEUSAG-Analyse als systemtheoretischer Ansatz zur Bestimmung des Projektgegenstandes (resp. zum Umgang mit Komplexität)

**S** Systemgrenzen bilden

**E** Einflussgrössen ermitteln

**U** Unter- und Teilsysteme abgrenzen

**S** Schnittstellen definieren

**A** Analyse der Unter- und Teilsysteme

**G** Gemeinsamkeiten ermitteln

**Agilität von Systemen** Man muss mit dem Gedanken spielen können dass es eine Anforderung sein kann, ein agiles Lieferobjekt zu erstellen und nicht nur agil vorzugehen. Dies muss unterschieden werden können und wird im dazugehörigen Dokument vom ILIAS genauer beschrieben. (*agile SYSTEMS Engineering versus AGILA SYSTEMS Engineering*)

### 1.3.7 Dynamik von Systemen

**Policy Resistance** Sozio-technische Systeme verhalten sich selten wie vorhergesagt oder erwünscht. Dieses Phänomen der „Policy Resistance“ wird darin begründet, dass Menschen die Feedbacks ihrer Handlungen nicht verstehen und ein rein lineares Denken in Abfolgen praktizieren

→ Event-oriented View

Unsere Aktionen verändern jedoch den Zustand eines Systems, andere Teilnehmer des Systems reagieren um das Gleichgewicht wiederherzustellen. Aktionen haben immer Nebeneffekte zur Folge, welche erkannt werden müssen.

→ Feedback-oriented View

**Feedback Loops** Die höchste Komplexität resultiert aus den Interaktionen zwischen Komponenten, nicht von den Komponenten selbst. Es werden zwei Arten von Feedback Loops unterschieden:

- Positive Loops (self-reinforcing)
- Negative Loops (self-correcting, balancing)

Ein System besteht, unabhängig der Komplexität, aus einer Struktur von positiven und negativen Feedbacks. Die Systemdynamik stammt aus den Interaktionen zwischen diesen Feedback Loops. Feedbacklogik wird in Causal Loop Diagrams (CLD) dargestellt.

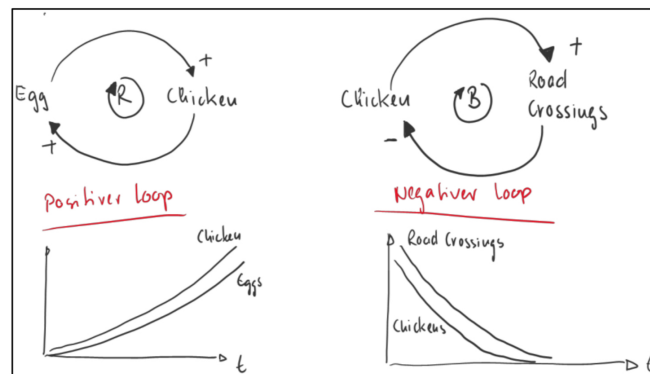


Abbildung 3: Causal Loop Diagram als Beispiel

- + Effekt steht positiv in Beziehung zur Ursache  
(mehr/weniger von einem hat mehr/weniger vom anderen zur Folge)
- Effekt steht negativ in Beziehung zur Ursache  
(mehr/weniger von einem hat mehr/weniger vom anderen zur Folge)



### 1.3.8 SE-Vorgehensmodell

Im Software Engineering definiertes Vorgehensmodell, bestehend aus 4 Pfeilern / Komponenten, die in Kombination angewendet werden.

#### Top-Down - Vom Groben ins Detail

- *Grundidee:*  
Von der Blackbox zur Whitebox, Details verhindern oft den Blick auf das Ganze.
- Das Betrachtungsfeld weiter fassen und schrittweise einengen. Betrifft die Untersuchung des Problemfelds, der Ausgangssituation und den Entwurf von Lösungen.
- Bei Untersuchung der Ausgangssituation (Problemfeld) nicht mit detaillierten Erhebungen beginnen, bevor das Problemfeld grob strukturiert, in seine Umwelt eingebettet / gegen sie eingegrenzt ist und Schnittstellen definiert sind (oft auch nur Arbeitshypothese)
- Bei Lösungsgestaltung erst generelle Ziele & Lösungsrahmen festlegen. Detaillierungs- und Konkretisierungsgrad im Verlauf der Projektarbeit schrittweise vertiefen. Konzepte auf höheren Ebenen als Orientierungshilfen für detaillierte Ausgestaltung der Lösung.

#### Variantenbildung - Denken in Varianten

- *Grundidee:*  
Vielfalt von Lösungsmöglichkeiten Rechnung tragen
- Unverzichtbarer Bestandteil guter Planung. Methodische Grundhaltung, muss nicht zu nennenswertem zusätzlichem Arbeitsaufwand führen.
- Nichtbeachtung: grosses Risiko, dass andere Lösungsansätze erst später im Projektverlauf eingebracht werden. Konsequenzen wären Abwürgen der Diskussion, Planungsstopp und Rückkehr auf eine höhere Ebene.

#### Projektphasen - Makrologik

- *Grundidee:*  
Gliedern eines Projekts nach zeitlich-logischen Gesichtspunkten zur Kontrolle von Komplexität
- Nach zeitlichen Gesichtspunkten gegliedertes Raster, hilft den Werdegang einer Lösung in überschaubare Teiletappen zu gliedern.
- Stufenweiser Planungs-, Entscheidungs-, Realisierungsprozess mit vordefinierten Marschhalten / Korrekturpunkten, reduziert Komplexität der Projektabwicklung und schafft Lernchance für Planenden, Durchführenden & Auftraggeber.
- Konzept kann im Sinne einer Makrologik als managementorientierte Komponente gesehen werden. Fordert zwischen Entwickler & Arbeitgeber/Management an vordefinierten Stellen eine Kontaktaufnahme, Willensbildung und Entscheidung.

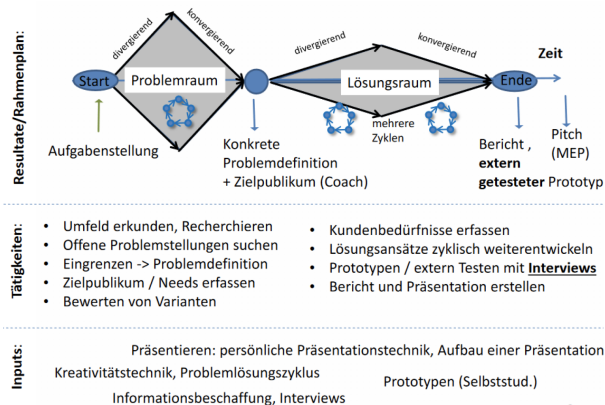
#### Problemlösungszyklus - Mikrologik

- *Grundidee:*  
Systematisches Vorgehen bei Auftreten jeder Art von Problemen in jeder Phase des Projekts
- Als eine Art Mikrologik ein Leitfaden zur Behandlung von Problemen oder Aufgabestellungen, in jeder Phase eines Projekts anwendbar.

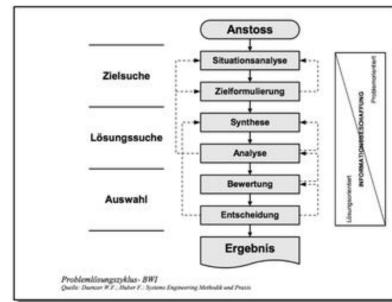
### 1.3.9 Problemlösungszyklus - PLZ

- **Problem:** Differenz zwischen „Ist-“ und „Soll-Zustand“
- Versuchs-Irrtum-Methode (try and error): natürliche Art und Weise, Mensch kann jedoch den Try & Error Prozess vorwegnehmen, bevor er eine Entscheidung treffen muss. Er besitzt die Fähigkeit, Folgen seines Handelns abzuschätzen. Dies erlaubt ihm systematische Vorgehen zur Problemlösung.

**Design Thinking** Möglichkeit zur systematischen Vorgehensweise zum Problemlösen.



(a) Design-Thinking-Zyklus



(b) Problemlösungszyklus

Der **Anstoss** setzt den PLZ in Gange. Er startet entweder das ganze Projekt oder befindet sich innerhalb einer Phase oder eines Arbeitspaketes als Auslöser des PLZ.

### Problemlösungszyklus - Zielsuche

- Teilschritte der Zielsuche sind die *Situationsanalyse* und *Zielformulierung*
- Zweck der **Situationsanalyse**:
  - Erarbeitung grundlegendes Verständnis bzgl. des Problems, dessen Erscheinungsformen sowie Ursachen und deren Zusammenhänge
  - Strukturierung & Abgrenzung des Problems bzw. Untersuchungsfelds
  - Definition des Eingriffs- und Gestaltungsbereichs für Lösungssuche
  - Schaffung der notwendigen Informationsbasis für nachfolgende Arbeitsschritte
- Zweck der **Zielformulierung**:
  - Alle Ziele, die zur Lösung eines Problems erreicht werden, müssen möglichst *vollständig, präzise und verständlich, realistisch und lösungsneutral* definiert werden
  - Unterscheiden zwischen Muss-, Soll- und Wunschzielen
    - Diese Unterscheidung setzt Prioritäten der Ziele in der Projektabwicklung
  - Zielvorstellung(-en) können bereits durch *Anstoss* vorgegeben sein
  - Durch diese beiden Teilschritte sollen Randbedingungen einer Problemlösung definiert werden, es darf keineswegs ein bestimmter Lösungsweg vorgegeben werden (→ Lösungsneutralität der Ziele)
- Methoden/Techniken/Werkzeuge:
  - **Informationsbeschaffung**: Befragung, Beobachtung, Checklisten, Fragebogen, Interview, Panelbefragung, Prognosen, Stichproben etc.
  - **Informationsaufbereitung**: ABC-Analyse, Ablaufdiagramm, Analysetechniken, Benchmarks, Korrelationsanalyse, Math-Statistik, Regressionsanalyse, Schwachstellenanalyse etc.
  - **Informationsdarstellung**: Darstellungstechniken, Mind Maps, Input-Output-Methode etc.
  - **Zielformulierung**: Operationalisierung, Target Costing, Use Case etc.

### Problemlösungszyklus - Zielsuche

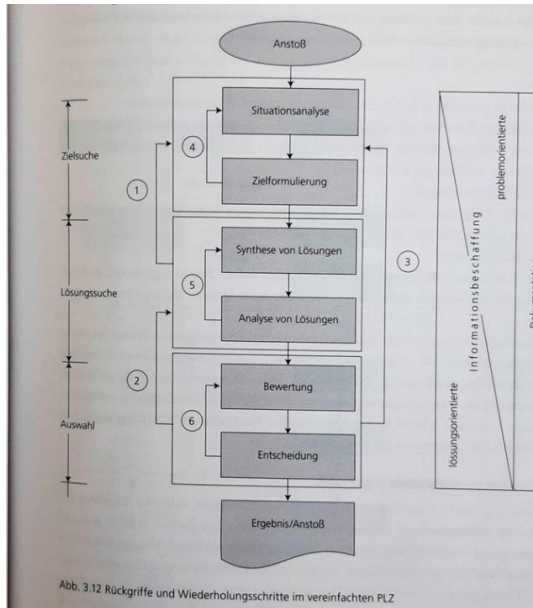
- Teilschritte der Lösungssuche sind **Synthese** und **Analyse** von Lösungen
- Zweck der **Synthese**:
  - Sammlung & Ausarbeitung von Lösungsalternativen.
  - Kreativer, aufbauend-konstruktiver Schritt, baut auf Resultaten der Situationsanalyse auf (Situationskenntnis, Problemverständnis, Zielformulierungen, Anforderungskatalog)
- Zweck der **Analyse**:
  - Machbarkeit einer Lösungsalternative verifizieren (ohne zu werten oder mit anderen Alternativen zu vergleichen, erfolgt in *Auswahl*)
  - Kritischer, analytisch-destruktiver Schritt
  - Erfüllt eine Lösungsalternative die Ansprüche nicht, kann sie verworfen werden oder muss überarbeitet werden
- Methoden/Techniken/Werkzeuge:
  - **Synthese - Kreativität**: Analogiemethode, Bionik, Brainstorming, Just in Time, Kärtchentechnik, Kreativitätstechniken, Morphologie etc.
  - **Synthese - Optimierung**: Operations Research, Dynamische Optimierung, Entscheidungsbaum, Lineare Optimierung, Spieltheorie, Warteschlangenmodelle, Use Case etc.
  - **Analyse**: FMEA, Fehlerbaumanalyse, Gefährdungsanalyse, Reverse Engineering, Risk Management, Schwachstellenanalyse, Total Quality Control, Wert-Analyse etc.

### Problemlösungszyklus - Zielsuche

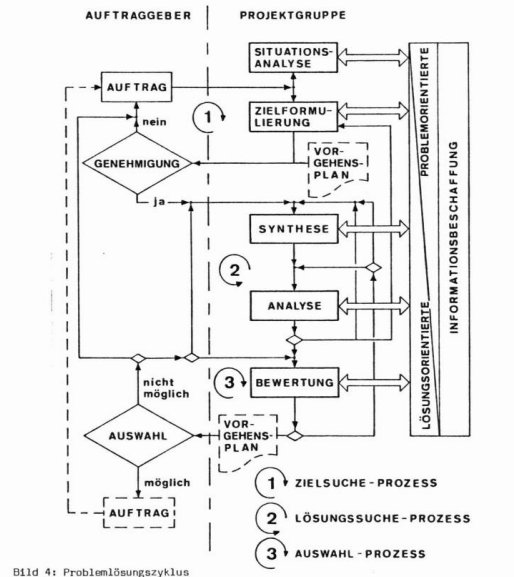
- Teilschritte der Auswahl sind **Bewertung** und **Entscheid**
- Zweck der **Bewertung**:
  - Taugliche Lösungsvarianten gegenüberstellen (jene, welche alle Muss-Ziele erfüllen)
  - Formale Bewertung wird angezeigt, wenn keine Variante als Beste identifiziert werden kann
  - 3 Bedingungen müssen erfüllt werden:
    - \* Min. 2 echte Lösungsalternativen müssen existieren
    - \* Bewertungskriterien (bezogen auf Zielformulierungen) müssen definiert sein
    - \* Bewerter müssen Alternativen hinsichtlich Bewertungskriterien beurteilen können
- Zweck des **Entscheids/Auswahl**:
  - Basierend auf Bewertungsergebnissen die weiter zu bearbeitende Variante bestimmen
- Methoden/Techniken/Werkzeuge:
  - **Bewertung & Entscheidung**: Analytic-Hierarchie-Process, Bewertungstechniken, Entscheidungstheorie/-baumverfahren, Kosten-Nutzen-Analyse, Kriterienplan, Netzwerkanalyse, Wirtschaftlichkeitsrechnung, Punktbewertung etc.

Es kann sein dass PLZ keine zufriedenstellende Variante hervorbringt. Oder dass sich das Projekt mit verfügbaren Mitteln nicht realisieren lässt. Es sind Schlussfolgerungen möglich:

- Projektabbruch
- Sistierung der Zusammenarbeit mit Systementwicklern
- Zielreduktion
- Zurück auf höhere Systemebene, mit anderen Wegen zum Ziel kommen
- Problem neu umschreiben / definieren



(a) Aufteilung des PLZ in Grob-/Feinzyklen



(b) Erweiterter PLZ

**Erweiterter PLZ** Im Erweiterten PLZ werden die Schritte bezogen auf Rollen Auftraggeber und Projektgruppe unterschieden. Unter Projektgruppe ist auch der Projektmanager miteinbezogen, welcher den PLZ begleitet und führt.

## 1.4 Erfolgsmuster in der Projektarbeit

### Erfolg / Misserfolg?

- **Wer** entscheidet darüber?  
Auftraggeber, Stakeholder, Endbenutzer des neuen Systems?
- **Wann** wird darüber entschieden?  
Nach Projektende, nach Teil der Nutzungsphase?
- **Zusätzliche Themen:** Standish Chaos Report, PMI (Dokumente dazu im ILIAS)

## 2 Project Management - Projekt in Gang setzen

### 2.1 Projekt präparieren

**Projektorganisation** Massgebende Entscheidungsgremien initialisieren:

- Reine Projektorganisation / Linien-PO
- Stab-Linien-Projektorganisation / Projektkoordination
- Matrix-Projektorganisation
- Mischformen

**(Erste) Ziele setzen** Ziele sollen Lösungssuche steuern und eine Lösung nicht nachträglich rechtfertigen. Erarbeitung der Zielsetzungen ist Tätigkeit des Projektmanagements. Zielsuche ist die erste Phase des PLZ, Zielformulierung der 2. Schritt.

### 2.2 Zielbegriff

#### Definitionen

- Ziel: angestrebter Zustand / erwünschte Wirkung
- Zukünftige Ergebnisse, die durch Massnahmen / Lösungen erreicht werden sollen
- Ziele sollen bekannt sein, bevor Ermittlung der Anforderungen begonnen wird
- Jede Anforderung muss sich auf ein Ziel zurückführen lassen
- Unterscheiden zwischen:
  - **Abwicklungsziele**  
Unterteilt in Leistungs-, Qualitäts-, Zeit/Termin- und Kostenziele
  - **Systemziele**  
Fokussieren auf Akzeptanz & Wirtschaftlichkeit des zu erstellenden Systems. Hierarchisch unterteilt in Global-, Gruppen- und Detailziele
- Ziele sollen folgenden Prinzipien folgen:
  - Wertorientierung
  - Lösungsneutralität (keine mögliche Lösung favorisieren / vorgeben)
  - Operationalität (Ziel-Mittel-Denken)
  - Vollständigkeit der Zielinhalte
  - Berücksichtigung der wichtigen Informationsquellen & Interessenslagen
  - Feststellbarkeit der Zielerfüllung
  - Prioritätensetzung
  - **Muss-Ziele** müssen zwingend eingehalten werden
  - **Soll-Ziele** hohe Bedeutung, wenn möglich einhalten
  - **Wunschziele** tiefe Verbindlichkeit, „nice to have“
  - Widerspruchsfreiheit, Zielkonflikte vermeiden / eliminieren
  - Überblickbarkeit & Bewältigbarkeit des Zielkatalogs

#### Zielformen

**Abwicklungsziele** Bezug auf Projektmanagement, geben vor was bei Meilensteinen konkret vorliegen muss (Lieferobjekte, Meilensteinplan)

**Vorgehensziele** Bezug auf Projektmanagement, geben vor wie das Projekt abgewickelt wird, bspw. systematisches Stakeholder-Management durchführen

**Systemziele** Bezug auf Systemgestaltung, Teil des Problemlösungsprozess. Sagen aus was mit zu gestaltender Lösung erreicht / vermieden werden soll (Zustand).

### 2.3 Anforderungsbegriff

- Anforderung: eine Aussage über eine Eigenschaft oder Leistung eines Produkts, Prozess oder der am Prozess beteiligten Personen
- Unterscheidung:
  - Ziel** Zustand
  - Anforderung** Eigenschaft (Verhalten, Fähigkeit, Funktion)

## 2.4 Ziel-Mittel-Denken

- Kann ein Ziel („WAS“) zu einem Mittel („WIE“) werden?
- Ziel-Mittel-Denken: Instrument zur Entwicklung und Operationalisierung von Zielen
- Nutzt zur Visualisierung eine Ziel-Mittel-Hierarchie
- Prinzip der Lösungsneutralität muss jederzeit sichergestellt sein!

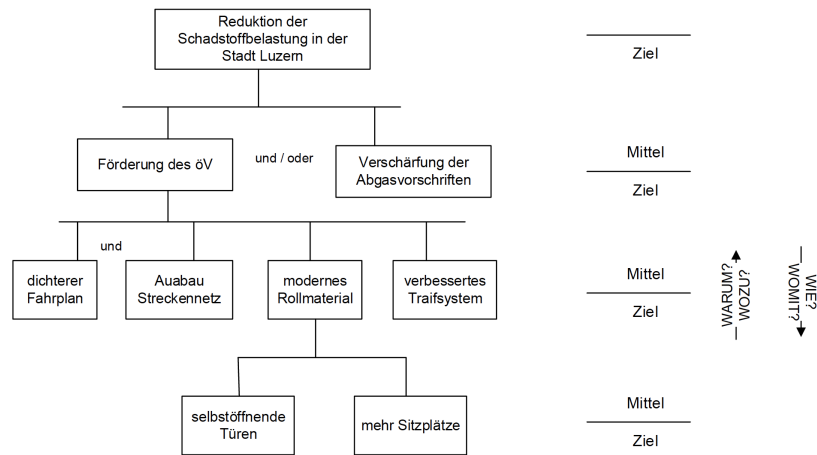


Abbildung 6: Ziel-Mittel-Denken

### S.M.A.R.T. Objectives

- Ziele sollten möglichst SMART sein:
  - S** Spezifisch  
Grenzen des Zielbereichs werden vorgegeben, für konkrete Organisation o.ä.
  - M** Messbar  
Qualitäten / Quantitäten der Zielerreichung bestimmbar, Indikatoren ableitbar
  - A** Angemessen  
Das „richtige“ Ziel? Besteht Bedarf für geplante Massnahme?
  - R** Realistisch  
Aussichten, Ziel zu erreichen, unter Rahmenbedingungen ausreichend hoch
  - T** Terminiert  
Zeitlicher Rahmen wird vorgegeben
- Ziele müssen nicht auf jeder Stufe s.m.a.r.t. formuliert sein
- Zur Messbarkeit der Zielerreichung: Prinzip der Feststellbarkeit der Zielerfüllung (Kap. 2.2)  
→ setzt s.m.a.r.t.e Formulierung voraus

## 2.5 Zielrelationen (-Matrix)

Ziele können in unterschiedlicher Beziehung zueinander stehen. Ziele sollen dem Prinzip der Widerspruchsfreiheit georchen. Dazu werden alle aufgelisteten Ziele auf ihre Relationen überprüft.

- sich gegenseitig unterstützen (**unterstützend**)
  - Erreichung von Ziel A unterstützt Erreichung von Ziel B und umgekehrt
  - **angenehm**
- unabhängig voneinander sein (**indifferent**)
  - Erreichung Ziel A ist unabhängig von Erreichung Ziel B und umgekehrt
  - **problemlos**
- **gegenläufig** sein (Gegenläufigkeit / Zielkonkurrenz)
  - Ziel A & B behindern sich: Je besser A erreicht wird, umso schlechter kann B realisiert werden und umgekehrt
  - **Kompromisse müssen gefunden werden**
- Im Konflikt zueinander stehen (**widersprüchlich**, Zielkonflikt)
  - Ziel A und B logisch oder situationsbedingt im Konflikt, können nicht gleichzeitig nebeneinander existieren
  - **Konflikt muss aufgelöst werden**
    - \* Prioritäten setzen (Muss, Soll, Wunsch)
    - \* Auflösung des Konflikts durch Innovation
    - \* Einführung von Mindest- und Höchstwerten
    - \* Streichen eines Konfliktverursachers

## 2.6 Zielgewichtung

Nicht alle Ziele sind gleich wichtig, sie müssen gewichtet werden.

### 2.6.1 Paarvergleich

Methode zur Bestimmung und Berechnung der Präferenzen / Gewichtung von Zielen oder Kriterien untereinander. Funktionsweise: Jedes Ziel wird mit jedem anderen 1:1 verglichen und ein „Sieger“ bestimmt.

Mögliche Kombinationen im Paarvergleich:  $K = \frac{n(n-1)}{2}$

### 2.6.2 Präferenzmatrix

Instrument zum Paarvergleich und der Berechnung der Gewichtung. Jede Zielkombination wird mit dem Sieger (a ist wichtiger als b) benannt. 2 Möglichkeiten zur Berechnung des Gewichts:

$$\text{Gewicht}[\%] = \frac{\text{AnzahlNennungen} \cdot 100}{\text{TotalNennungen}}$$

$$\text{Gewicht}[\%] = \frac{\text{umgedrehterRang} \cdot 100}{\text{SummeAllerRaenge}}$$

(2. Variante hat den Vorteil, dass Ziele ohne Nennung ein Gewicht erhalten und nicht 0% Gewichtung haben)

| Gewichtung [%] | Rang | Anzahl Nennungen | Kürzel |        |
|----------------|------|------------------|--------|--------|
| 50%            | 1    | 3                | a      | Ziel a |
| 34%            | 2    | 2                | b      | Ziel b |
| 16%            | 3    | 1                | c      | Ziel c |
| 0%             | 4    | 0                | d      | Ziel d |
|                |      | 6                |        |        |

Abbildung 7: Beispiel Gewichtung in Präferenzmatrix

### 2.6.3 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Alternative Methode zur Berechnung der Zielgewichte. Man kann hiermit bestimmen, um wieviel ein Ziel wichtiger ist als ein anderes. Zur Berechnung wird jedoch Vektorgeometrie benötigt, was wir dann gar nicht angeschaut haben.

### 2.6.4 Lieferobjekte aus „Projekt präparieren“

Aus diesem ersten Schritt resultiert ein Projektantrag, welches als Vertrag für die Aufnahme der aufwändigen Planungsaktivitäten dient.

Ziel → Projektantrag liegt im Status „approved“ vor  
Lieferobjekt → Projektantrag, freigegeben

## 2.7 Projekt planen (Planungsprozess)

Im Planungsprozess werden Pläne (= dokumentarische Lieferobjekte) entwickelt. Sie beinhalten Planung, sind gleichzeitig aber auch immer die erste Analyse der Aufgabenstellung. Der Problemlösungszyklus PLZ wird ein erstes Mal durchlaufen. Er ist in 9 Schritte aufgeteilt:

- **Meilensteinplanung** → Abwicklungszielplan (Meilensteine)
- **Projektstrukturplanung** → Projektstrukturplan (Arbeitspakete & deren Strukturierung)
- **Ablaufplanung** → Ablaufplan (Abhängigkeiten, Projektdauer, Pufferzeiten)
- **Ressourcenplanung** → Ressourcenplan (Durchlaufzeit (Aufwand) der Arbeitspakete)
- **Organisationsplanung** → Organisationsplan (Mitarbeitende zugeteilt auf Arbeitspakete)
- **Kostenplanung** → Projektkostenplan (Dokumentierte Kosten & Finanzierung)
- **Terminplanung** → Terminplan (konkrete Termin- und Einsatzplanung)
- **Budgetplanung** → Projektbudgetplan (kalendarische Finanzierung)
- **Informationsplanung** → Informations-/Dokumentationsplan (Kommunikations-/Infokzept)

### 2.7.1 Meilenstein- / Phasenplanung

**Input** Zielsetzungen an das Projekt (aus Projektantrag)

**Ziel** Bündelung der Ziele & Umsetzung in definierte Zwischenresultate (Meilensteine)

*Kriterien Meilenstein:* Zeit, Qualität, Lieferobjekt, Aufwand/Kosten

**Output** Definierte Meilensteine

**Lieferobjekt** Abwicklungszielplan

**Phasenplan** Phasenplan in Anlehnung an gewählte Projektmethode erstellen. Es gibt mehrere Möglichkeiten, wie bspw. nur zwei Phasen oder Phasen mit Benennung (Initiieren - Konzipieren - Realisieren - Einführen). Man muss nicht zwingend weiter unterteilen, wenn dies nicht nötig ist.

### Meilensteinplan

*Meilenstein beschreibt einen Zustand einer Leistung (ein oder mehrere Lieferobjekte), die bis zu einem bestimmten Zeitpunkt in der definierten Qualität zu den entsprechenden Kosten erstellt werden müssen.*

Meilensteine normalerweise zwischen den Phasen des Phasenplans definieren. Es können auch innerhalb von Phasen Meilensteine vorgesehen werden, wenn dies der Absicherung von Risiken oder Qualität sinnvoll erscheint. Bei einem Meilenstein wird das Projekt „eingefroren“. Projekt wird je nach Lieferobjekt in die nächste Phase freigegeben oder Korrekturen an Lieferobjekten werden vorgenommen. Meilenstein kann eine „Exit“-Möglichkeit sein, um das Projekt zu stoppen.



## 2.7.2 Projektstrukturplanung (PSP)

**Input** Meilensteinplan

**Ziel** Gliederung des gesamten Projekts in plan- und kontrollierbare Arbeitspakete

**Output** Definierte Arbeitspakete & deren Strukturierung

**Lieferobjekt** Projektstrukturplan (PSP)

### Arbeitspaket

*Ein Arbeitspaket ist eine in sich geschlossene Aufgabenstellung innerhalb eines Projekts. Kann bis zu einem festgelegten Zeitpunkt mit definiertem Ergebnis und Aufwand vollbracht werden.*

- Arbeitspaket ist die tiefste Gliederungsebene des PSP, somit auch die kleinste Planungseinheit
- Sie werden einem Projektmitarbeiter oder Projektteam zugeteilt
- Faustregeln für den Umfang eines Arbeitspakets:
  - Zeit- und Kostenanteil pro AP: 2-5% des Gesamtprojekts
  - Dauer in Abhängigkeit des Berichtsintervalls: Faktor 1.5  
(bspw. bei Berichtsintervall von 4 Wochen ist Dauer des AP max. 6 Wochen)
- Arbeitspaket soll auch ein „messbares“ deliverable beinhalten (analog Meilenstein), da zwischen APs Abhängigkeiten bestehen
- Nachläufer (nachfolgendes AP) kann nur gestartet werden, wenn Vorläufer (vorhergehendes AP) korrekt abgeschlossen wurde
- Hierarchische Struktur:
  - Programm → 2-n Projekte → 2-n Teilprojekte → 2-n Aktivitäten (mündl. Delegation an MA)

### PSP - Objekt- oder vorgehensorientiert

- **Work-Breakdown-Structure (WBS)**  
Vorgehensorientierter PSP strukturiert die APs entlang der Phasen, in ihrer logischen zeitlichen Folge. Kann als wiederverwertbarer Standardrahmen für die Abwicklung von Projekten in einem Unternehmen genutzt werden.
- **Product-Breakdown-Structure (PBS)**  
Objektorientierter PSP (Produktstrukturplan) definiert APs entlang des zu erstellenden Produktes/Systems. Einmaliges Werk, kann meistens nicht wiederverwendet werden.

**PSP - Wertorientiert** Wertorientierter PSP macht Sinn, falls der „Wert“ eines APs auf den Wert des gesamten Projekts appliziert werden soll. Kann sinnvoll sein, wenn bspw. ein AP aus Kostengründen weggelassen werden soll oder nicht.

**Formale Regeln im PSP** AP ist die kleinste Planungseinheit. Für Schätzung von Aufwänden in weitere Aktivitäten unterteilbar, muss aber immer wieder zu einem AP zusammengefügt werden.

- AP / Aktivität besteht aus Substantiv + Verb: *Pflichtenheft erstellen*
- Meilenstein als Zustand (Ereignis) zu formulieren: *Pflichtenheft erstellt*

**Arbeitspaketliste** Resultat dieses Planungsschritts ist eine Arbeitspaketliste, in welcher alle einzelnen Arbeitspakete erfasst werden.

### 2.7.3 Ablaufplanung

**Input** Projektstrukturplan (PSP)

**Ziel** Eruierung von sachlogischen Abhängigkeiten zw. APs & Durchlaufzeiten von APs

**Output** sachlogische Abhängigkeiten, Projektdauer, Pufferzeiten

**Lieferobjekt** Ablaufplan

Ermittelt für im PSP identifizierte APs die sachlogischen Abhängigkeiten. Dazu werden Vorläufer / Nachläufer jedes APs bestimmt. Genaue kalendarische Termine sind noch irrelevant, jedoch wird pro AP erste Durchlaufzeit/Dauer geschätzt (aus Erfahrungswerten oder ersten Vorstellungen des PL/Auftraggebers)

**Arbeitspaketliste - erweitert** Für diesen Planungsschritt wird die AP-Liste um den Block „Vorgänge“ und evtl. auch schon um „Einsatzmittel“ erweitert. Diese beinhalten jeweils folgende Spalten:

- **Vorgänge**
  - Vorgangsdauer (Schätzung der Dauer)
  - Direkter Vorläufer
  - Direkter Nachläufer
- **Einsatzmittelbedarf**
  - Personal
  - Sachmittel
  - Finanzmittel

**Schätzung der Dauer von APs** Dauer, Aufwand und Personaleinsatz noch unbekannt, APs können mit einer fixen Dauer versehen werden. Er werden erste Schätzungen der Dauer von APs gemacht für einen ersten Anhaltspunkt der Durchlaufzeit des Projekts. Dauer wird so ermittelt, dass ein gewünschter Endtermin des Projekts zustande kommt (ohne Berücksichtigung der effektiven Aufwände & Ressourcen). Kann unter *Vorgangsdauer* in der AP-Liste eingetragen werden.

**Sachlogische Abhängigkeit** Setzt ein Verständnis der Problemstellung voraus. Abhängigkeiten werden über die Spalten *Direkter Vorläufer* & *Direkter Nachläufer* dargestellt. Eine grafische Darstellung als Balkendiagramm ist möglich.

**Netzplanverfahren** Ermöglichen Simulationen („was passiert wenn...“) und ein klares Bild der Pufferzeiten wird errechenbar. Es existieren mehrere Arten von Netzplanverfahren.




| Netzplanverfahren  | Darstellung   | Beispiel                                |
|--------------------|---|---|
| Vorgangspfeilnetz  |  | Critical Path Method                    |
| Vorgangsknotennetz |  | Precedence Diagramming Method           |
| Ereignisknotennetz |  | Program Evaluation and review Technique |

Abbildung 8: Übersicht der verschiedenen Netzplanverfahren

#### Vorgangspfeil-Netzplan (VPN) - Critical Path Methode (CPM)

- Ziel ist im Netzplan zu erkennen, welche Aktivitäten mit und welche ohne Zeitreserve (kritischer Pfad) durchführbar sind (und somit Ausführungsdauer für das Projekt direkt beeinflussen)
- CPM als Planmethode: Darstellungsmittel für Terminplanung & Algorithmus für die Berechnung des kritischen Pfades sowie der Projekt-Gesamtdauer
- Netzplan in CPM-Darstellung mit Knoten und Kanten
- Ermittlung der Puffer: Aus den unterschiedlichen Zeitpunkten berechnen

## Darstellungsregeln

- **Knoten:** Darstellungselement für ein Ereignis (Zustand) innerhalb eines Projekts
- **Pfeile/Kanten:** Darstellungselement für einen Vorgang (Tätigkeit, AP) in einem Projekt (Ein Vorgang entspricht einem AP)

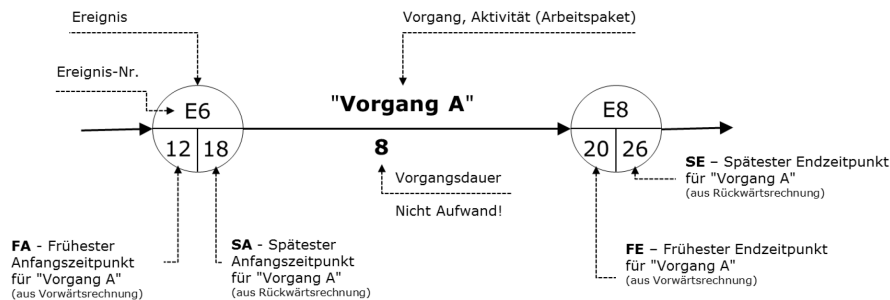


Abbildung 9: VPN-Notation von Knoten & Kanten

## Regeln zur Erstellung eines Netzplans nach CPM

- Regel 1** Ein Vorgang kann erst beginnen, wenn alle Vorgänger abgeschlossen sind. Es fällt das Anfangsereignis mit dem Endereignis des vorhergehenden Vorgangs zusammen (Ausnahme erster Vorgang)
- Regel 2** Müssen mehrere Vorgänge beendet sein, bevor ein Nachfolger beginnen kann, so enden sie alle im Anfangsbereich des Nachfolgers.
- Regel 3** Können mehrere Nachfolger beginnen, nachdem ein Vorgänger beendet ist, so beginnen sie alle im Endereignis des Vorgängers.
- Regel 4** Haben zwei oder mehr Vorgänge gemeinsame Anfangs- und Endereignisse, so ist ihre eindeutige Kennzeichnung durch Einfügen von **Scheinvorgängen** (fiktiver Vorgang mit der Dauer 0) sicherzustellen
- Regel 5** Beginnen und enden in einem Ereignis mehrere Vorgänge, die nicht alle voneinander abhängen, muss die Eindeutigkeit ebenfalls durch *Scheinvorgänge* erreicht werden (bspw. Zusammenführung an Meilensteinen)
- Regel 6** In einer Folge von Vorgängen können beliebig viele *Scheinvorgänge* eingefügt werden → logische Verknüpfung und bessere Übersicht, so wenig wie möglich einsetzen
- Regel 7** Kann ein Vorgang beginnen, bevor der Vorgänger vollständig abgeschlossen ist, muss der Vorgänger unterteilt werden
- Regel 8** Jeder Vorgang darf nur einmal ablaufen, es dürfen keine Schleifen auftreten

| Vorgang | Dauer | Vorläufer | Nachläufer |
|---------|-------|-----------|------------|
| A       | 25    |           | B, C       |
| B       | 30    | A         | E          |
| C       | 10    | A         | D          |
| D       | 40    | C         | F          |
| E       | 60    | B         | G          |
| F       | 5     | D         | G          |
| G       | 6     | E, F      |            |

Abbildung 10: Vorgangsliste

**Beispiel eines Netzplans nach CPM** In Vorgangsliste sind pro AP direkte Vorläufer & Nachläufer aufgelistet. Zur Erstellung des Vorgangsdiagramm würde eines davon ausreichen. Daraus wird nun das Vorgangsdiagramm erstellt. Bei diesem fehlen jedoch noch die Zeitpunkte. Die Dauer der Vorgänge werden auf den Pfeilen eingetragen.

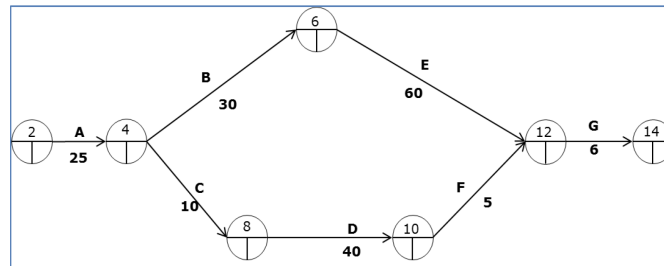


Abbildung 11: Vorgangspfeil-Netzplan ohne Zeitpunkte

Als Nächstes werden die **frühesten Zeitpunkte** ermittelt.

(Werden 2 oder mehr Pfade zusammengeführt, wird als FA des nachlaufenden Vorgangs der höchste errechnete Wert eingefügt, da die frühest möglichen Zeitpunkte gesucht sind)

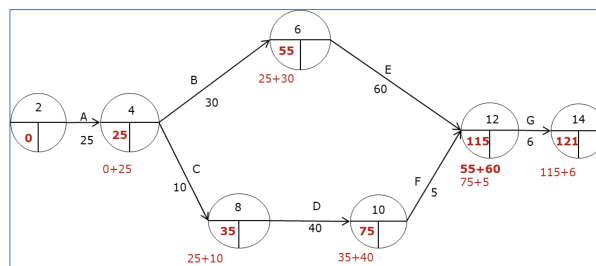


Abbildung 12: VPN: Berechnung der frühesten Zeitpunkte

Als Nächstes werden noch die **spätesten Zeitpunkte** berechnet.

(Werden 2 oder mehr Pfade zusammengeführt, wird als SE des nachlaufenden Vorgangs der tiefste errechnete Wert eingefügt, da die spätest möglichen Zeitpunkte gesucht sind)

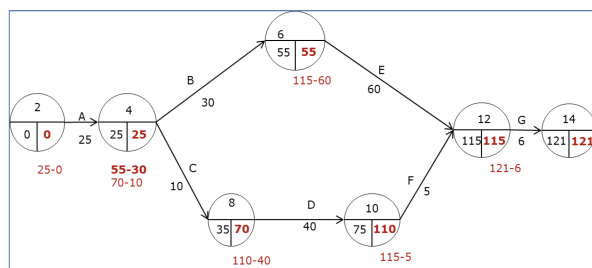


Abbildung 13: VPN: Berechnung der spätesten Zeitpunkte

Nun wird noch der kritische Pfad ermittelt. Dieser besteht aus den Vorgängen, welche keine (gesamte) Pufferzeit aufweisen (in diesem Fall A, B, E, G)

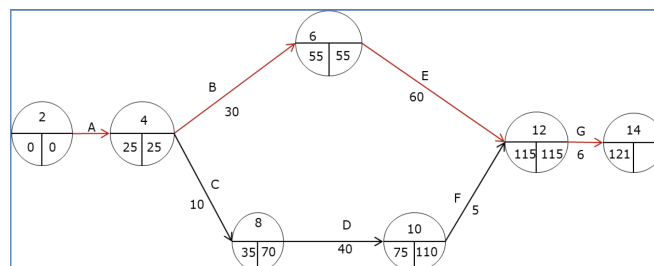


Abbildung 14: VPN: Ermitteln des kritischen Pfads

**Precedence Diagramming Method (PDM)**

## **3 Requirements Engineering**

### **3.1 title**